1935

Über auffallende Unterschiedsbefunde im spezifischen Gewicht des Morgenurins von Männern, bei welchen dieser in verschiedenen Portionen aufgefangen wurde.

Lane Medical Library

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde einer Hohen Medizinischen Fakultät der Friedrich-Alexander-Universität zu Erlangen

eingereicht von

Alfons Jakob

aus Nürnberg.

Tag der mündlichen Prüfung: 28. 3. 1935

1935.

Risse-Verlag, Inh. Rolf Risse, Dresden-A. 24, Kaitzer Str. 22

6:268

Dekan: Geheimrat Professor Dr. Jamin
Referent: Professor Dr. Hauck.

Dem Andenken meines Vaters!

Diese Dissertation ist gleichzeitig als Broschüre im Risse-Verlag, Inh. Rolf Risse, Dresden-A. 24, Kaitzer Str. 22 erschienen.

Allgemeines über den Harn.

Der Harn wird durch die Nieren aus dem sie durchströmenden Blute ausgeschieden. Mit ihm verläßt etwa die Hälfte des Wassers und die Hauptmenge der festen Substanzen, die zur Ausscheidung gelangen, den Körper. Es handelt sich dabei fast ausschließlich um Stoffwechselschlacken, nur in ganz geringer Menge werden für den Körper noch verwendbare Substanzen ausgeschieden (Kohlehydrate und Aminosäuren). Normaler menschlicher Harn ist eine klar durchsichtige, hellgelb bis braungelb gefärbte, leicht schäumende Flüssigkeit. Er besitzt einen charakteristischen Geruch, dessen Träger noch vollkommen unbekannt ist und einen salzigen und durch den Harnstoff schwach bitteren Geschmack. Die durchschnittliche Harntagesmenge wird für den Mann mit 1500 ccm, für die Frau mit 1200 ccm angegeben. Sie ist aber von einer Reihe äußerer und innerer Faktoren stark abhängig. So wächst sie durch alle Einflüsse, die das Wasser zur Niere hinleiten, wie Anreicherung des Blutes an Wasser und festen Bestandteilen, sowie durch niedrigere Außentemperatur und fällt durch solche, die das Wasser zu anderen Ausscheidungsstätten hintreiben (Lunge, Haut) wie forcierte Atmung, mechanische Arbeit Durchfälle, Fieber. Bäder führen vermutlich infolge einer Anpassung an die veränderten Druckverhältnisse zu einer erheblichen Mehrausscheidung von Wasser. Auch unter vollkommen normalen Verhältnissen können demnach beträchtliche Schwankungen der Harnmenge statthaben. Bei weitem die Hauptmenge wird in den Tagesstunden sezerniert. Nur etwa 25 % fallen auf die Nacht, während der selbst bei Wasserzufuhr eine Neigung zur Retention bemerkbar wird. Bei der Leistung von mechanischer Arbeit erfolgt ein Sinken der Harnmenge, das auch durch Darreichung von Wasser nicht überwunden werden kann.

Physikalische Eigenschaften des Harns.

Farbe. Normaler Harn zeigt eine gelbe bis gelbbraune oder rotbraune Farbe. Sie wird dadurch hervorgerufen, daß der Harn die einzelnen Strahlenarten in verschiedenem Maße durchläßt, von den roten Strahlen 90 %, von den grünen 60 %, von den blauen nur 20 %. In allen Harnen ist das Verhältnis der Absorption für die drei genannten Strahlenarten ein ziemlich gleiches, nur in engen Grenzen schwankendes. Im Laufe des Tages treten Schwankungen durch Essen und Trinken, Schlaf und Bewegungen auf, die denen der Dichte parallel gehen. Über die Stoffwechselvorgänge, die zur Entstehung des Harnfarbstoffes führen, besteht noch keine Klarheit. Es ist möglich, daß er aus dem Hämoglobin hervorgeht, jedoch müssen auch Zusammenhänge mit dem Zellstoffwechsel angenommen werden. Bei trüben Harnen nimmt die Durchlässigkeit für rotes, weniger für blaues Licht

zu. Dadurch können fluoreszenzähnliche Erscheinungen hervorgerufen werden, die durch Gegenwart von Eiweiß oder Eintritt ammoniakalischer Gärung verstärkt werden.

Lichtbrechung. Sie geht dem Gehalt an festen Stoffen parallel, wie er in der Dichte und dem osmotischen Druck zum Ausdruck kommt. Bei menschlichen Harnen schwankt der Brechungsindex um 1,34 °. Normaler Harn dreht die Ebene des polarisierten Lichts nach links. Bedingt wird dies durch die im Harn enthaltenen gepaarten Glukuron- und Aminosäuren. Die Drehung beträgt meist nicht über 0,1 °.

Spez. Gewicht. Es hängt ab von dem Gesamtgehalt des Harns an festen Stoffen und ist dementsprechend dem Stundenvolumen umgekehrt proportional. Natürlich wirken sich die einzelnen festen Harnbestandteile nach Maßgabe ihrer eigenen Dichte aus. Die Mittelwerte einer Harntagesmenge von Erwachsenen liegen meist zwischen 1017 und 1020, weisen jedoch erhebliche Tagesschwankungen auf. Einzelportionen mit Dichten zwischen 1005 und 1030 werden häufig beobachtet. Diese Werte werden überschritten bei Glykosurien, vor allem in schwereren Fällen von Diabetes mellitus, in denen große Mengen von Traubenzucker in den Harn gelangen, unterschritten bei Diabetes insipudus, bei dem die Niere den Harn so ungenügend konzentriert, daß das spezifische Gewicht bis auf 1002 herabsinken kann. Sichere Schlüsse auf irgendwelche physiologische oder pathologische Vorgänge im Körper gestattet eine Größe, die von so vielen Einzelfaktoren wie die Dichte abhängt, nicht.

Osmotischer Druck. Da die Niere der wichtigste Faktor für die Regulierung des osmotischen Druckes im Blutplasma ist, hat man von vornherein mit raschen und größeren Schwankungen des osmotischen Druckes im Harn zu rechnen. In der Tat weisen diesbezügliche Untersuchungen häufig beträchtliche Unterschiede auf. Die höchsten Werte liegen bei 2,6 ° Gefrierpunktserniedrigung, entsprechend einem Druck von ungefähr 33 Atmosphären, während durch reichliche Wasserzufuhr Senkungen bis auf 0,075 °, also auf Bruchteile einer Atmosphäre zu erzielen waren.

Der Gefrierpunkt gibt ein Maß für die gesamte von der Niere geleistete osmotische Arbeit, die sich aber auf eine große Menge von untereinander recht verschiedenen Einzelvorgängen verteilt. Die Kristalloide des Harns werden ja in der Niere in sehr wechselndem Grade konzentriert. Dabei kann sich das Konzentrationsverhältnis zweier Ionen dem Blut gegenüber ändern, z. B. wird das Verhältnis K : Cl im Harn immer größer gefunden als im Plasma.

Elektrische Leitfähigkeit. Während das spez. Gewicht und der osmotische Druck von der Gesamtheit der festen Bestandteile beeinflußt werden, ist die elektrische Leitfähigkeit stets ein Maß für seinen Gehalt an Elektrolyten. Durch Eiweiß wird die Leitfähigkeit des Harnes herabgedrückt. Im Verlauf der Salzdiurese ist die Leitfähigkeit des Harnes in höherem Grade gesteigert als der osmotische Druck, ein Zeichen, daß der Körper sich zunächst von dem Salzüberschuß zu befreien sucht, während die Harnstoffsekretion stockt.

Die Viskosität des Harns ist etwa um 1,5 größer als die des Wassers. Sie hängt von der Gesamtkonzentration ab, ohne streng proportional zu sein. Formbestandteile wirken kräftig viskositätssteigernd. Eiweißgehalt wirkt verhältnismäßig wenig viskositätssteigernd, jedoch verhalten sich in dieser Beziehung die einzelnen Albuminurien (entzündliche und nichtentzündliche) etwas verschieden. Strenge Beziehungen zwischen Viskosität und Oberflächenspannung bestehen nicht, hohe Viskosität braucht nicht mit niedriger Oberflächenspannung einherzugehen. Normaler Harn enthält reichliche Mengen von Kolloiden, die seine Neigung zum Schäumen bedingen. Sie zeigen eine positive Ladung, solange nicht die Kaliionen durch Dialyse entfernt sind. Zu den Harnkolloiden gehören Mucin und Chondroitinschwefelsäure und eine dextrinähnliche Substanz, die von Glykogen verschieden ist und die Eigenschaften des sogenannten tierischen Gummis besitzt. In der Schwangerschaft nehmen die Harnkolloide mäßig zu, ebenso bei Ikterus und Nephritis.

Die Oberflächenspannung des normalen Harnes ist gegenüber der des Wassers etwas herabgesetzt und schwankt zwischen 56 und 73 Dynen pro qcm. Die beobachteten Unterschiede gegenüber reinem Wasser müssen also zum Teil auf die Gegenwart kolloidaler Substanzen bezogen werden. Deutliche Abweichungen werden zu erwarten sein, wenn Eiweiß und seine Abbauprodukte oder die sehr oberflächenaktiven Gallensalze in den Harn übertreten. Die Oberflächenspannung des Harns erfährt Veränderungen unter dem Einfluß des Schlafes, der Mahlzeiten und der Arbeit.

Die Reaktion des Blutes hinsichtlich seines Säure- bezw. Basengehaltes schwankt nur in ganz engen Grenzen um einen dem Neutralpunkt nahe gelegenen Wert, trotzdem saure und basische Bestandteile in sehr wechselndem Maße mit der Nahrung in den Körper gelangen oder im Zellstoffwechsel durch Bildung saurer Produkte, wie Kohlenhydrate, Schwefel- und Phosphorsäure und organischen Säuren entstehen. Daß trotzdem die obenerwähnte Reaktion des Blutes erhalten bleibt, rührt zunächst von dessen ausgiebiger Pufferung her, dann aber auch von der Tätigkeit mächtiger Regulationsmechanismen, unter denen die Niere die vielseitigste ist. Sie läßt die verschiedensten Säuren und Basen in den Harn übergehen. Die Folge davon ist, daß wir hier mit sehr ausgeprägten Schwankungen der Reaktion zu rechnen haben. Die Menge der im Harn enthaltenen sauren und basischen Bestandteile hängt demnach erstens von der Zufuhr an fixen Alkalien und der Produktion von Harnstoff, Kreatinin, Ammoniak und anderen Basen, zweitens von der Menge der in der Nahrung enthaltenen und im Stoffwechsel nicht veränderten Säuren und von der Produktion von anorganischen und organischen Säuren im Stoffwechsel, drittens von der auswählenden Tätigkeit der Niere ab.

Da sich Lunge und Niere in die Regulation der Blutreaktion teilen, ist die Annahme naheliegend, daß Beziehungen zwischen den Leistungen beider Organe bestehen. Sie variieren unter dem Einfluß der Wasserstoffzahl des Harns und des Kohlensäuregehalts der Alveolarluft gleichsinnig. Diätformen, die einen sauren Harn verursachen, bewirken einen niedrigen, solche die einen wenig sauren oder alkalischen Harn hervorrufen, einen hohen Kohlensäuregehalt des Blutes und damit der

Alveolarluft. Bei normaler Nierentätigkeit geht die Säureausscheidung im Harn parallel der Alkalireserve des Blutes. Zu einer Säuerung des Harnes bis zu einem PH von 4,6 % führt die gesteigerte Eiweißzersetzung im Fieber. Bei Nierenkrankheiten ist die Variationsbreite der Niere für die Ausscheidung saurer und basischer Valenzen mehr oder weniger eingeschränkt.

Mineralbestandteile. Die Gesamtmenge der Mineralbestandteile beträgt in einer 24 Stundenmenge des erwachsenen Menschen 20—25 gr, die sich etwa in folgender Weise auf die einzelnen Ionen verteilen:

Na	5,89 gr,	Mg	0,40 gr,	OP	1,66 gr,
K	2,73 gr,	Cl	8,93 gr,	Ca	0,5 gr,
SO_4	2,44 gr.				

Diese Angaben sind nur ungefähr, da die Ausscheidung naturgemäß in besonders hohem Maße von der jeweiligen Nahrungsaufnahme abhängt.

Die Absonderung des Harnes unter verschiedenen Bedingungen einschließlich ihrer nervösen Beeinflussung.

Der Niere kommt als Organ die Aufgabe zu Stoffwechselschlacken, soweit sie löslich sind, aus dem Körper zu entfernen, die Salzkonzentration und das Säurebasengleichgewicht von Blut und Gewebe, beides in Gemeinschaft mit anderen Organen zu regulieren, neben Haut, Lunge und Magendarmkanal das Wassergleichgewicht des Körpers aufrecht zu erhalten und schließlich lösliche körperfremde Substanzen oder deren Umwandlungsprodukte aus dem Körper zu eliminieren. Zur Aufrechterhaltung dieser Tätigkeit ist sie befähigt aus dem Blut, das mit ihr in einem komplizierten Kapillarnetz in Verbindung steht, entgegen dem osmotischen Druck Stoffe zu konzentrieren und zu verdünnen. Daneben vermag sie aus ihr vom Blute dargebotenen Stoffen Synthesen vorzunehmen, von denen bisher nur die Bildung der Hippursäure und des Ammoniak bekannt sind. Wenn wir im folgenden von Harnbildung und deren Abhängigkeit von bestimmten Faktoren reden, so sollen, wenn nicht ausdrücklich anders betont, die Synthesen in der Niere außer Betracht gelassen werden. Von den Stoffen, die im Harn ausgeschieden werden, wird ein Teil unabhängig von ihrer Konzentration im Blute restlos eliminiert, ein anderer Teil der Stoffe wird im Harn konzentriert, jedoch nicht restlos aus dem Blute entfernt, wieder ein anderer Teil wird im Harn verdünnt ausgeschieden, und für einen vierten Teil der im Blute kreisenden Substanzen bildet die Niere ein unpassierbares Hindernis.

Um aus dem Blute den Harn, eine derartig von ihm verschiedene Flüssigkeit abzusondern, bedarf die Niere eines beträchtlichen Energieaufwandes. Die notwendige Energie wird ihr einmal vom Herzen in Form des Blutdruckes dargeboten, zum andern Teil wird sie in der Niere selbst durch die Verbrennungsprozesse in den Nierenzellen gewonnen. Der hierzu notwendige Sauerstoff wird gleichzeitig mit dem Blutstrom zugeführt. Wir werden also eine Abhängigkeit der Nierenfunktion von dem Blutdruck und von der Durchströmungsgeschwindig-

keit des Blutes erwarten müssen. Da die Beschaffenheit des Harnes für die Substanzen, deren Ausscheidung oder Einsparung mit ihrer Konzentration im Blute sich ändert, von der Zusammensetzung des Blutes abhängig ist, so muß auch die Blutbeschaffenheit auf die Funktion der Niere von Einfluß sein. Ein solcher Wechsel in der Blutbeschaffenheit ist abhängig von der Konzentrationsänderung der normalen harnfähigen Substanzen des Blutes, von dem Gehalt an Produkten der endokrinen Drüsen und schließlich von dem Körper von außen zugeführten Fremdstoffen. Für die Tätigkeit der Niere kommt der Blutdruck nur soweit in Frage, als zwischen dem Druck in den Nierengefäßen und in den Lumen der harnleitenden Teile der Niere ein Gefälle besteht. Dieses Gefälle wird zum Teil mitbestimmt vom Ureterdruck, welcher ja auch auf die Verweildauer des Harnes in den Nierenkanälchen eine ausschlaggebende Bedeutung hat. Schließlich ist die Niere ein mit Nervenbündeln reichlich bedachtes Organ, sodaß wir auch den Einfluß des Nervensystems auf die Nieren in unsere Betrachtungen einbeziehen müssen. Die bestehenden Schwierigkeiten einer solchen Betrachtung liegen darin begründet, daß wir keine bündigen Vorstellungen über den Vorgang der Harnbereitung haben. Die wahrscheinlichste Theorie hat Cuschny aufgestellt: Die Ausscheidung eines provisorischen Harns erfolgt in dem Glomerulussystem unter Ausschaltung aktiver arbeitsleistender Zellprozesse, im wesentlichen unter dem Einfluß des Druckgefälles zwischen Glomeruluskapillaren und Kapsellumen; die Bildung des endgültigen Harnes findet in den Tubulis statt durch Rückresorption einzusparender Komponenten und möglicherweise unter Ausscheidung weiterer Blutbestandteile unter dem Einfluß aktiver Zelltätigkeit, für die die notwendige Energie aus den Verbrennungsprozessen in den Nierenzellen selbst geliefert wird.

Die Bedeutung des Arterien- und Venendruckes für die Nierentätigkeit.

Neuere Arbeiten haben Beziehungen zwischen Änderung des Blutdruckes und der Harnproduktion erweisen können. Es konnte gezeigt werden, daß bei gleichbleibender Durchströmungsgeschwindigkeit die Harnmenge eine lineare Funktion des Blutdruckes ist, und zwar beeinflußt der Blutdruck die Harnmenge in viel beträchtlicherem Maße als die Durchströmungsgeschwindigkeit. Für den Venendruck konnte nachgewiesen werden, daß Steigerungen des Venendruckes um hundert Prozent die Urinmenge um 75 % sinken lassen bei gleichzeitiger Abnahme der Durchblutungsgröße.

Der Einfluß des Kapillardruckes in den Glomerulis auf die Nierenfunktion.

Für die Ausscheidung des Harnes in den Glomerulis kommt natürlich nur der in den Glomeruluskapillaren herrschende Druck bezw. sein Gefälle zu dem Druck in dem harnabführenden System in Frage. Bei der Säugetierniere ist der Glomerulusdruck nicht unmittelbar meß-

bar. Die Frage nach der Höhe des Kapillardruckes bezw. des Druckgefälles ist jedoch deshalb von ausschlaggebender Bedeutung, weil sie über einen Teil der zur Harnbildung zur Verfügung stehenden Energie Auskunft gibt und damit auch über die Wege der Harnbereitung aus dem Blute. Da eine direkte Messung des Glomerulusdruckes nicht möglich ist, wurde von zahlreichen Untersuchern der minimale Aortendruck bestimmt, bei dem noch eben Harn aus dem Ureter austropft. Man fand ein Versiegen der Harnsekretion bei 30—50 mm Hg Druck. Für die Höhe des Kapillardruckes in den Glomerulusgefäßen ist der Umstand von Bedeutung, daß fast nie alle Glomeruli zu gleicher Zeit durchströmt werden. Eine Eröffnung neuer Glomeruli bei steigendem und eine Schließung bisher offener bei fallendem Blutdruck vermag die Wirkungen von Aortendruckänderungen zu kompensieren.

Die Abhängigkeit der Nierenfunktion von der Blutzufuhr.

Wenn wir bisher über die Beeinflussung der Nierenfunktion durch den Blutdruck gesprochen haben, so nehmen wir als Maß der Nierenfunktion stillschweigend die Höhe der Harnausscheidung an. Das läßt sich rechtfertigen, wenn wir diese lediglich unter dem Gesichtspunkt einer Abhängigkeit vom Blutdruck betrachten, da wir ja die von dem Blutdruck zugeführte Energie als Ursache der Filtration des provisorischen Harnes im Glomerulusanteil angesehen haben. So konnten wir auch feststellen, daß die Harnmenge proportional dem Blutdruck ansteigt. Von der Blutzufuhr sind nun aber zwei Faktoren der Nierenfunktion abhängig, die nicht ohne weiteres gleichsinnig hinsichtlich der Menge des gebildeten Harnes zu wirken brauchen. Das Blut führt proportional seiner Menge in der Zeiteinheit der Niere einerseits die Substanzen zu, aus denen der Harn bereitet wird, zweitens aber liefert das Blut der Niere die Sauerstoffmenge für die intrazellulären Verbrennungsprozesse, aus denen die für die aktive Zelltätigkeit der Niere erforderliche Energie gewonnen wird.

Wäre die Harnmenge ausschließlich von der Zufuhr der harnfähigen Substanzen zur Niere abhängig, so wäre ohne weiteres eine direkte Abhängigkeit der Harnmenge von der Durchblutungsgröße der Niere vorauszusehen. Nun müssen wir aber annehmen, daß aus dem provisorischen Harn (Glomerulusfiltrat) in dem Tubulusanteil der Niere durch aktive Zelltätigkeit eine Korrektion des provisorischen Glomerulusharns durch Rückresorption bestimmter Anteile des provisorischen Harns und möglicherweise auch durch Sekretion solcher Bestandteile erfolgt, die im Glomerulus nicht oder nicht in hinreichender Menge filtriert werden können. Wir müssen für die weiteren Betrachtungen in Erwägung ziehen, daß eine optimale Nierenfunktion nicht in der Ausscheidung einer möglichst großen Harnmenge gesehen werden kann, sondern in der Ausscheidung eines Harnes, der in seiner Zusammensetzung der Zusammensetzung des Blutes in möglichst entsprechender Weise angepaßt ist. Es ist daher ohne weiteres ersichtlich, daß die optimale Nierenleistung sich keineswegs mit einer maximalen Harnproduktion deckt und daß eine reichliche Sauerstoffversorgung durch Vergrößerung der Blutzufuhr eine Vermehrung der Rückresorption

im Gefolge hat. Wir stoßen auf die Schwierigkeit, kein exaktes Maß zur Bestimmung der Nierenfunktion zu besitzen und müssen, um eine Klarheit über die Wirkung einer Funktionsveränderung der Niere zu bekommen, eigentlich alle Partialfunktionen der Niere getrennt betrachten, ohne auch hier mit absoluter Bestimmtheit das Optimum der Nierenleistung angeben zu können.

Die absolute Höhe der Nierendurchblutung.

Die Meinung aller Forscher, die sich mit der Frage der Durchblutung der Niere beschäftigt haben, geht dahin, daß die Niere eines der bestdurchbluteten Organe ist, wenn auch über die Höhe der die Niere passierenden Blutmenge im einzelnen Meinungsverschiedenheiten bestehen. Interessant ist folgende von Burton-Opitz und Lukas angegebene Tabelle, die die Durchströmung pro 100 gr. Organ in einer Minute angibt:

Hintere Extremität	5 ccm
Skelettmuskel	12 ccm
Kopf	20 ccm
Niere	151 ccm
Schilddrüse	560 ccm

Demnach erhält also die Niere ungefähr die zwölffache Blutmenge wie der Skelettmuskel und muß als eines der bestdurchbluteten Organe angesehen werden.

Der Energieverbrauch bei der Harnbildung.

Ein ziemlich klares Bild über die Nierenarbeit gewinnt man aus den Bestimmungen des Sauerstoffverbrauches. Für die ruhende Niere berechnet Loewy einen Gasverbrauch, der ungefähr 4 bis 5,4 % des Gesatmumsatzes ausmacht, während ihr Gewicht nur 0,6 % des Körpergewichtes beträgt.

Durchblutung und Harnbildung.

Was die Wirkung der vermehrten oder verminderten Blutzufuhr auf die Harnmenge und Harnbeschaffenheit angeht, so ist die Beurteilung meist dadurch erschwert, daß gleichzeitig mit der Blutzufuhr noch andere für die Harnbildung wichtige Komponenten eine Änderung erfahren. So konnte der Nachweis erbracht werden, daß die Abhängigkeit der Harnmenge vom Blutdruck beträchtlich größer ist als von der Durchflußgeschwindigkeit des Blutes. Bei steigendem Blutdruck steigt die Urinmenge stark an, während das Verhältnis von Durchfluß des Blutes und Urinmenge keine eindeutigen Beziehungen erkennen läßt. Wir sehen also, daß die Harnmenge für gewöhnlich der Größe des Blutstroms durch die Niere parallel geht, daß aber auch eine Veränderung der Nierendurchblutung und der Harnmenge unabhängig voneinander erfolgen kann. Verständlich wird diese Erscheinung bei

Annahme der Cuschnyschen Hypothese, nach der die Harnmenge eine Resultante darstellt aus der Ausscheidung des provisorischen Harnes in den Glomerulis und der Rückresorption in den Tubulis, deren Ausmaß in beiden Fällen von der zugeführten Blutmenge abhängig ist.

Ureterendruck und Harnbildung.

Man fand bei partieller Abdrosselung des Ureters eine Verminderung von Harnausscheidung und Chlorausscheidung, während Harnstoff, Sulfate, Phosphate und Kalzium relativ erhöht, absolut vermindert ausgeschieden wurden. Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die Druckerhöhung in den abführenden Harnwegen durch Kompression des Ureters bei den verschiedensten Tierarten von einer Herabsetzung der Harnmenge begleitet war. Die Chlorausscheidung wird stärker herabgesetzt als die Wasserausfuhr, während die gegen erhöhten Widerstand arbeitende Niere Harnstoff, Phosphate und Sulfate konzentriert.

Abhängigkeit der Nierenfunktion vom Nervensystem.

Aus den Experimenten mit der ihrer zentralen Nervenverbindung völlig beraubten transplantierten Niere darf wohl als sicher angenommen werden, was ja auch schon aus der Fähigkeit einer völlig aus ihrem Verbande herausgenommenen isolierten Niere „Harn" zu erzeugen hervorgeht, daß die Nerven bei der Harnbereitung keinen ursächlichen Einfluß haben. Wir können jedoch aus diesen Versuchen keineswegs den Schluß ziehen, daß dem Nervensystem für die Regulation der Partialfunktionen der Niere und für die Angleichung der Harnzusammensetzung und der Harnmenge an die Bedürfnisse des Körpers jede regulierende Bedeutung abzusprechen ist. Im folgenden sollen die wichtigsten diesbezüglichen Punkte kurz angeführt werden. Man hat im Zusammenhang mit Gemütsbewegungen, Traumen oder organischen Geisteskrankheiten Polyurie beobachtet. Beim Hund ruft die Reizung des Gyrus sigmoideus die stärksten diuretischen Wirkungen hervor. Im Affekt wurde aber beim Hund trotz Anwendung diuretischer Mittel auch eine Anurie beobachtet, die man durch vermehrte Pituitrinausscheidung erklärt. Auch in der Gegend des Tuber cinereum des Zwischenhirns ist ein Zentrum für die Harnabsonderung vorhanden. Die Bedeutung des Kleinhirns ist nicht genauer erforscht. Vom Rückenmark weiß man, daß Durchschneidung des Halsmarks Anurie bedingt. Die peripheren Nerven haben keinen Einfluß auf die Harnbereitung, dagegen sind im Splanchnikus echte sekretorische Fasern vorhanden, die die Ammoniakbildung, die Gesamtsäure- und Phosphatausschwemmung und die Gesamtstickstoffausfuhr in förderndem bezw. teilweise hemmendem Sinn beeinflussen.

Die Abhängigkeit der Harnbereitung von Umweltbedingungen.

I. Der Einfluß der Temperatur.

Konway stellte für die Säugetierniere fest, daß bei urethanisierten Kaninchen nach Abkühlung eine Vermehrung des Blasenurins erfolgte, die allerdings mit einer Blutdrucksteigerung einherging und möglicherweise auf diese zurückzuführen war.

II. Die Einwirkung der Tageszeiten und des Schlafes.

Simpson beobachtete bei gesunden Versuchspersonen, die 24-48 Stunden zu Bett lagen und außer 200 ccm Wasser pro Stunde keine Nahrung erhielten, während der Nacht eine Verminderung der Harnmenge und der Ausscheidung von Harnstoff, Harnsäure, Chloriden und Phosphaten. Nach dem Erwachen am Morgen stellte Simpson stets einen starken Anstieg der Wasserstoffionenkonzentration und der Chloride fest und zwar unabhängig von der Harnmenge.

III. Der Einfluß der Körperstellung.

Die Diurese steigt in Horizontallage bis auf's fünf- bis zehnfache der Menge bei aufrechter Haltung an.

Nachdem bisher in aller Kürze die bis heute bekannten Gesetze der Harnbildung wiedergegeben wurden, soll nun zu dem eigentlichen Thema unserer Arbeit übergegangen werden, das einen kleinen Ausschnitt aus den physikalischen Eigenschaften des Harnes, das spezifische Gewicht, behandelt. Die während eines längeren Zeitraums durchgeführten Untersuchungen betreffen Bestimmungen des spezifischen Gewichts an den drei Harnportionen, die bei der sogen. Dreigläserprobe, wie sie bekanntlich bei den männlichen Tripperkranken angestellt wird, vorgenommen wurden. Um ein einigermaßen genaues Resultat zu erreichen, wurden Reihenuntersuchungen angestellt und zwar dreimal in der Woche an den frühmorgens in drei gleichgroße, unten spitz zulaufende Kelchgläser entleerten Urinmengen, welche den während der Nacht angehaltenen Urin betrafen. Vom Krankenmaterial ist erwähnenswert, daß es überwiegend aus Geschlechtskranken bestand, doch wurde die Probe auch bei einer Anzahl Hautkranker angestellt. Insgesamt wurde von rund 400 Proben das spezifische Gewicht bestimmt. Selbstverständlich mußte bei den Untersuchungen ein gewisses System eingehalten werden, um das endliche Resultat vor Fehlschlüssen zu schützen. Zunächst seien deshalb einige methodische Angaben gemacht.

1. Das spezifische Gewicht wurde mit einem gewöhnlichen mittleren Urometer bestimmt. Damit ist schon gesagt, daß ganz kleine Portionen für die Untersuchung ausfielen.

2. Weil sich gezeigt hatte, daß Differenzen im spezifischen Gewicht um 1—2 Teilstriche vorkommen können, wenn das Urometer nicht jedesmal von derselben Höhe aus in die Flüssigkeit eintaucht, wurden trotz stets beibehaltener fester Höhe des Eintauchenlassens im Resultat nur solche Proben als positives Ergebnis gewertet, deren spezifisches Gewicht zwischen der ersten und dritten Portion Unterschiede von mindestens 3 Teilstrichen ergab.

3. Außerdem wurde zur Erleichterung des Ablesens das spezifische Gewicht am unteren Flüssigkeitsspiegel, dort wo er am Urometer abschneidet, abgelesen. Es zeigte sich nämlich, daß infolge der Flüssigkeitsadhäsion eine genaue und stets gleichbleibende Messung am oberen Flüssigkeitsspiegel viel schwieriger durchzuführen war.

Wenn die spezifische Gewichtsdifferenz der beiden ersten Portionen mehr als 3 Teilstriche betrug, das dritte Glas aber keinen Urin mehr enthielt, so wurden auch diese Ergebnisse als positiv angesprochen.

Wenden wir uns nun im einzelnen den verschiedenen Befunden zu! Es wurde schon erwähnt, daß insgesamt 400 Proben untersucht wurden. Diese verteilen sich auf 83 Kranke. Von den 400 Proben wiesen 37 Proben deutliche Unterschiede des spezifischen Gewichts auf, das sind rund 9 %. Sie stammten von 17 Männern, von denen 5 an Hauterkrankungen litten, 1 an Syphilis und 11 an Tripper erkrankt waren. Von diesen 17 Kranken wurden insgesamt 129 Proben untersucht, von denen 37 ein positives Ergebnis feststellen ließen. Die Unterschiede im spezifischen Gewicht zwischen der ersten und dritten Portion betrugen meist 3 Teilstriche, einigemale jedoch bis zu 6—8 Teilstriche. Diese Befunde müssen als sehr auffallend bezeichnet werden, denn es ist doch merkwürdig, daß der Urin in der menschlichen Harnblase nicht ein stets gleichbleibendes, einheitliches, sondern ein manchmal differierendes spezifisches Gewicht aufweist, wenn er in verschiedenen Portionen aufgefangen wird. Ja noch mehr. Diese sozusagen in sich beruhenden Unterschiede wurden in einigen Fällen — und zwar 7 mal — geradezu nach außenhin schon dokumentiert, indem die erste Portion deutlich rotgelb bis braunrot gefärbt war, während die beiden anderen Portionen einen auffallend helleren Farbton zeigten. Ja auch der Farbunterschied zwischen der zweiten und dritten Portion war einmal ganz ausgesprochen.

Zuerst wurde vermutet, daß die festgestellten Gewichtsunterschiede vielleicht durch den Bodensatz bedingt sein könnten, der ja bekanntlich bei der Dreigläserprobe der Tripperkranken besonders im Anfangsstadium ihrer Krankheit in der ersten Portion sehr vermehrt zu sein pflegt. Aber wiederholt durchgeführte Filtrationen ergaben nicht die geringste Veränderung des spezifischen Gewichts der einzelnen Portionen. Das Bodensediment kann also keinen Einfluß auf das spezifische Gewicht ausgeübt haben. So ergab sich denn die Merkwürdigkeit, daß wohl, wie zu erwarten war, ein großer Teil der untersuchten Kranken in der Dreigläserprobe überhaupt keine Unterschiede im spezifischen Gewicht zeigte, dagegen bei 17 Kranken unter 129 Proben 37 mal solche in ausgeprägter Weise vorlagen.

Die Aufgabe, die nun weiter an uns herantrat, war zu versuchen, ob für diese 37 mal festgestellten Unterschiede im spezifischen Ge-

wicht irgendein Grund gefunden werden könnte. 28 mal ergab der Krankheitsverlauf nichts Auffälliges, was einen besonderen Anhaltspunkt gegeben hätte. Die Deutung dieser Fälle soll später versucht werden.

In 7 Fällen aber, denen zunächst unsere Betrachtung zuteil werden soll, ergaben sich bei 9 Proben nicht von der Hand zu weisende Zusammenhänge. Es zeigte sich nämlich dabei ein deutlicher Zusammenhang zwischen fieberhaften Temperaturanstiegen und dem spezifischen Gewicht des Urins. Unter diese 9 Beobachtungen gehören die obenangeführten 7, bei welchen die verschiedene Farbe der einzelnen Urinportionen den Unterschied schon ahnen ließ. Eine Anführung der genannten Fälle möge erläuternd wirken.

Anm.: Im folgenden bedeutet sp. G. = spezifisches Gewicht. In der Klammer wird die Harnmenge der betreffenden Portion in ccm angegeben. Als „positiv" werden solche Proben gewertet, deren spezifisches Gewicht zwischen der 1. und 3. Portion um mindestens 3 Teilstriche differiert.

1. Heid, Epididymitis gon. sin. 21. Jahre alt.

Es wurden insgesamt 21 Untersuchungen angestellt, 11 davon hatten ein positives Ergebnis, von denen 3 augenscheinlich wohl nur durch Temperaturanstiege bedingt sind.

4. IV. Probepunktion des linken Nebenhodens.
Abends 38,6 ° Temperatur. Krankheitsgefühl.

5. IV. Urinbefund frühmorgens:
sp. G. 1017 (190) 1012 (200) 1009 (80).

Die erste Portion zeigt eine deutlich dunklere Farbe wie die zweite und dritte.

25. VI. Pat. bekommt eine Milchinjektion (5 ccm).
Abends 38,9 ° Temperatur, am nächsten Morgen 36,9 °.

26. VI. Urinbefund frühmorgens:
sp. G. 1015 (220) 1010 (180).

1. Portion deutlich dunkler in der Farbe wie die zweite.

20. VII. Provokation mit Go.-Vakzine.
Abends 38,0 °, am nächsten Morgen 37,3 °.

21. VII. Urinbefund frühmorgens:
sp. G. 1024 (180) 1021 (170) 1020 (40).

Den anderen 8 Proben von Heid ging keinerlei Temperatursteigerung voraus.

2. Nöth, akute Gonorrhoe, Furunkulose, 27 Jahre alt. 4 angestellte Untersuchungen, 1 positiv.

17. V. Milchinjektion. Temperatur am 17. u. 18. abends 38,4 °. Am 19. 7 h 36,8 °.

19. V. Urinbefund frühmorgens:
sp. G. 1022 (160) 1021 (160) 1017 (150).

3. Luding, akute Gonorrhoe, 21 Jahre alt.

Bei diesem Kranken waren bereits 6 Untersuchungen angestellt, die alle keine Unterschiede ergeben hatten. Am 22. V. Entwicklung eines Furunkels am Ohr mit Temperaturanstieg auf:

24. V. abends 38,2 °

25. V. abends 39,1 °

26. V. morgens 37,7 ° — Urinbefund frühmorgens:
sp. G. 1017 (200) 1014 (200) 1011 (70).
Ausgesprochener Farbunterschied zwischen 1. u. 3. Portion. Diesen Fall wollen wir noch weiter verfolgen. Dabei ergibt sich, daß trotz Abfallens der Temperatur auf normale Werte die genannten Unterschiede noch für einige Tage Bestand zeigen.
27. V. Temperatur morgens 37,8°, abends 38,3°.
Wegen des neuerlichen Temperaturanstieges bekommt Patient 2 ccm Omnadin.
28. V. Temperatur 37,6°.
29. V. Urin frühmorgens:
sp. G. 1015 (210) 1014 (220) 1011 (100).
30. V. Temperatur 37,2°.
31. V. Urin frühmorgens:
sp. G. 1025 (170) 1022 (170).
Bei den Proben am 29. u. 31. V. war kein Farbunterschied festzustellen.
4. Zeh, akute Gonorrhoe, 23 Jahre alt.
16 angestellte Proben, 3 darunter positiv, 1 durch Temperaturerhöhung bedingt.
8. VII. Pyrifersprítze.
Am 8. u. 9. VII. Temperaturanstiege auf 39 ° und 40 °.
10.VII. Urinbefund frühmorgens:
sp. G. 1011 (190) 1008 (180) 1006 (190).
Die erste Portion ist deutlich dunkler gefärbt wie die zweite und dritte.
5. Fehn, chronische Gonorrhoe und Prostatitis,
20 Jahre alt. 3 angestellte Proben, 1 positiv.
Temp. am 20. VII. abends 39,8° (dch. Pyriferinjektion bedingt)
Temp. am 21. VII. morgens 4 Uhr 38,5°.
Temp. am 21. VII. morgens 8 Uhr 37,4°.
21. VII. Urinbefund frühmorgens:
sp. G. 1019 (160) 1018 (200) 1016 (210).
1. Portion dunkler gefärbt wie 2. und 3.
6. Hiller, akute Gonorrhoe, 23 Jahre alt.
9 angestellte Untersuchungen, 1 davon positiv.
8 negative Proben vor Einleitung einer Pyriferkur.
26. VII. Pyriferinjektion. Temperatur abends 39,6°.
27. VII. Temperatur abends 38,6°.
28. VII. Temperatur morgens 36,9°.
28. VII. Urinbefund frühmorgens:
sp. G. 1016 (160) 1014 (170) 1011 (160).
7. Schultheiß, Lues latens, 45 Jahre alt.
6 angestellte Untersuchungen. Die erste Untersuchung wurde durchgeführt, als Patient schon die 9. Pyrifersprítze bekam.
7. IV. Pyriferinjektion. Temperatur abends 39,8°.
8. IV. Temperatur morgens 37,1°.
8. IV. Urinbefund frühmorgens:
sp. G. 1017 (200) 1013 (230) 1010 (80).
1. Portion deutlich dunkler wie zweite, 2. Portion deutlich dunkler wie dritte. Beachte!
11. IV. Pyriferinjektion. Temperatur abends 39,6°.

12. IV. Urinbefund frühmorgens:
sp. G. 1008 (150) 1009 (160) 1008 (150).
Keinerlei Farbunterschied.

Wie läßt sich nun dieser Zusammenhang zwischen Fieber und den Unterschieden im spezifischen Gewicht erklären? Bei der Beantwortung dieser Frage muß man wohl von der Tatsache ausgehen, daß die Niere neben ihrer Ausscheidungstätigkeit für gelöste feste Substanzen auch eine solche für Wasser besitzt, denn wie ja schon oben dargelegt wurde, verläßt etwa die Hälfte des Wassers durch die Niere den Körper. Wir haben gehört, daß die Harnmenge durch alle Einflüsse, die das Wasser zur Niere hinleiten, wächst und durch alle Vorgänge, die eine Ableitung auf andere Organe wie Lunge und Haut zur Folge haben, fällt. In besonderem Maße geschieht dies beim Fieber. Die Haut ist ja bekanntlich das wichtigste Organ zur Regulierung der Körpertemperatur. Sie vermag diese Funktion durch zwei Einrichtungen zu erfüllen, die oberflächlichen Hautgefäße und die Schweißdrüsen. Die Hautgefäße kontrahieren sich, wenn der Körper mit seinem Wärmevorrat sparsam umgehen muß, andererseits erweitern sich die Hautgefäße, wenn durch Muskelarbeit oder z. B. im Fieber überschüssig erzeugte Wärme abgegeben werden muß und so der Körper vor Überhitzung bewahrt wird. Dies kann aber nur der Fall sein, wenn die Außentemperatur wesentlich unter der Körpertemperatur liegt. Ist dies nicht der Fall oder muß viel Wärme abgegeben werden, so treten die Schweißdrüsen in Funktion. Die Verdunstung ihres wässrigen Sekrets verbraucht ganz erhebliche Mengen von Wärme, welche dem Organismus entzogen wird.

Aus diesen Tatsachen erscheint es ohne weiteres verständlich, daß infolge der Wasserausscheidung durch die Haut im Fieberanfall ein sehr hoch konzentrierter Harn produziert wird, da ja, wie schon anfangs hervorgehoben wurde, das spezifische Gewicht dem Stundenvolumen gegenüber umgekehrt proportional sich verhält. Daß weiterhin der im Fieber stark erhöhte Eiweißzerfall auch eine Steigerung des Gehaltes an gelösten festen Substanzen im Blut zur Folge hat und durch deren Ausscheidung durch die Niere ebenfalls zur Erhöhung des spezifischen Gewichts beiträgt, ist einleuchtend. Verwunderlich erscheint zunächst, daß trotz bestehenden Fiebers und der damit zusammenhängenden Vorgänge, die die Produktion eines hoch konzentrierten Harnes verursachen können, doch der Unterschied im spezifischen Gewicht der einzelnen Portionen ein so ausgesprochener ist. Um eine Erklärung dafür zu finden, wurde einige Male während der Nacht die Temperatur kontrolliert. Wenn diese am vorhergehenden Abend erhöht ist und am nächsten Morgen stark unter dem gewöhnlichen Niveau beispielsweise liegt, so ist dieser Abfall während der Nacht suczessive erfolgt. Wenn also abends die Bedingungen für ein hohes spezifisches Gewicht des aus dem Blute filtrierten Harns gegeben waren, war dies bereits in den Morgenstunden nicht mehr der Fall. Meist nehmen ja auch die Kranken nach dem Schweißausbruch mit sinkender Temperatur Flüssigkeit zu sich, zumal während der wärmeren Jahreszeit, alles Gesichtspunkte, die ein niedriges spezifisches Gewicht des zuletzt produzierten Harns ermöglichen können und damit die auftretenden Unterschiede zu erklären vermögen. Im einzelnen sind die genaueren Gesetze dieses Zusammenhanges noch

nicht geklärt. Selbstverständlich kann in einer so komplizierten Frage, wie sie das spezifische Gewicht darstellt, welches seinerseits von so vielen einzelnen zum Teil noch unbekannten Komponenten zusammengesetzt ist, zunächst vieles nur unter dem Gesichtspunkt der Wahrscheinlichkeit aus betrachtet werden, was sich vielleicht später als sicher ergibt.

Als sicher ergaben sich nun in unserer Arbeit die festgestellten Unterschiede des spezifischen Gewichts. In einer Reihe von Fällen schienen diese in unmittelbarem Zusammenhang mit vorangehenden Fieberattacken zu stehen und können wohl nur durch diese bedingt angesehen werden.

Weiter wäre nun die Frage aufzuwerfen, wodurch die bei den übrigen 28 Harnproben beobachteten Unterschiede im spezifischen Gewicht bedingt sein könnten. Zur Beantwortung dieser Frage müssen wir uns mangels nachweisbarer Ursachen auf Vermutungen beschränken. Das spezifische Gewicht des Harnes ist Veränderungen unterworfen, welche in der Hauptsache auf das Maß der Wasserzufuhr und die Menge der zur Ausscheidung gelangenden festen Substanzen zurückzuführen sind. Daraus allein ergeben sich schon drei Möglichkeiten:

1. Es werden viel Flüssigkeit und wenig feste Substanzen aufgenommen.
2. Es werden viel Flüssigkeit und viel feste Bestandteile aufgenommen.
3. Es werden viel feste Bestandteile und wenig Flüssigkeit aufgenommen.

Wesentlich aber steigen die Variationsmöglichkeiten, wenn wir den eingangs erwähnten Satz bedenken, daß alle gelösten festen Substanzen sich nach Maßgabe ihrer eigenen Dichte auswirken. Bei der großen Anzahl der in der Nahrung aufgenommenen festen Substanzen bedeutet dies, daß wir mit unseren einfachen Untersuchungen diese zahlreichen Möglichkeiten im einzelnen nicht klären können.

Dabei muß auch auf die Arbeiten von Addis und Forster (San Franzisco) hingewiesen werden. Sie führten u. a. Versuche unter fünf verschiedenen Bedingungen während einer längeren Flüssigkeitsabstinenz durch, welche ergaben, daß vor allem neben dem Flüssigkeitsentzug Natrium Phosphat, Kochsalz und Harnstoff das spezifische Gewicht des Harns beeinflußten. Davon ausgehend, daß jede gelöste Substanz ihre eigene spezifische Wirkung auf das spizifische Gewicht besitzt, fanden sie, daß z. B. Harnstoff eine geringere Erhöhung des spezifischen Gewichtes bewirkt als dies bei Salzen und Phosphaten der Fall ist. Ihre weiteren Untersuchungen bei gewöhnlicher uneingeschränkter Kost und bei Kochsalz- und Eiweißeinschränkung ergaben, daß letztere zu einer Senkung des spezifischen Gewichtes führen.

Weiterhin ist auch die schon erwähnte Beeinflussung der Nierentätigkeit durch zentrale oder periphere nervöse Einflüsse zu bedenken, außerdem wird sich das spezifische Gewicht ändern müssen, je nachdem der Körper gerade eine Neigung zur Salzretention oder zur Wasserausschwemmung besitzt. Da unsere Untersuchungen teilweise im Sommer angestellt wurden, wäre auch noch an Temperatureinflüsse zu denken.

So kann gesagt werden, daß die von uns gefundenen Unterschiede im spezifischen Gewicht des in verschiedenen Portionen gleichzeitig entleerten Urins wohl mit der Verschiedenheit der eingeführten Flüssigkeit und Nahrung, sowie mit nervösen und Umweltseinflüssen zusammenhängen werden, wenn auch über die feineren Einzelheiten dieser Vorgänge im Rahmen unserer Arbeit keine Klarheit zu gewinnen war.

Unsere Ausführungen sollen vor allem darauf hinweisen, daß die Blase des Menschen, die ein großes Sammelbecken darstellt, nicht immer einen Urin mit gleicher Farbe und gleichem spezifischen Gewicht zu enthalten braucht, sondern daß in 9 % der von uns untersuchten Proben offensichtlich keine Vermischung sondern eine Schichtung eintrat, die manchmal schon äußerlich durch die verschiedene Farbe der Harnportionen zu erkennen war. Bei der Klärung dieser Tatsache kann man an drei Möglichkeiten denken.

I. Der Harn schichtet sich unter gewissen Umständen so, wie er sezeniert wird.

II. Der Urin senkt sich nach dem Gesetz der Schwere, sodaß der obere Abschnitt der Blase den Harn mit niedrigerem spezifischen Gewicht enthalten müßte, welcher bei der Entleerung der Blase zuletzt ausgeschieden wird.

III. Es bestehen bestimmte Gesetze für die Harnsekretion, daß in den ersten Stunden des Schlafens ein konzentrierter Harn mit hohem spezifischen Gewicht geliefert wird und in der Spätnacht ein Urin mit niedrigerem spezifischen Gewicht.

ad I. Dafür würden zwei Proben sprechen, bei denen nicht die erste sondern die letzte Portion das höchste spezifische Gewicht ergab und eine Probe, bei der erste und letzte Portion ein gleich hohes spezifisches Gewicht, die zweite Portion aber ein wesentlich niedrigeres aufwies. Doch steht dieses Verhalten eigentlich im Widerspruch zu den physikalischen Gesetzen, sodaß anzunehmen ist, daß dieses Paradoxon durch eine Verwechslung der einzelnen Gläser zustande kam.

ad II. Würde eigentlich der Logik entsprechen.

ad III. Aus den einleitenden Bemerkungen wissen wir, daß die Diurese in der Horizontallage auf das fünf- bis zehnfache der Diurese bei aufrechter Körperhaltung ansteigen kann. Zu dieser Umstellung benötigt aber der Körper wohl längere Zeit, wie die allgemeinen Funktionen des Körpers ja auch ganz allmählich beim Übergang aus dem Wach- in den Schlafzustand eine Umstellung erfahren. Es sind hier ähnliche Wellenbewegungen im Ablauf der Funktionen zu erwarten wie beim Fieber, das ja auch in den Abendstunden meist erhöht auftritt, um morgens dann wieder zu fallen.

Um nun einigermaßen eine Klärung, besonders der ersten beiden Möglichkeiten zu versuchen, wurde eine Reihe einfacher Versuche mit Hilfe des Reagenzglases durchgeführt, die kurz beschrieben werden sollen.

1. Einer hochkonzentrierten Zuckerlösung vom spezifischen Gewicht 1045 wurden einige Kristalle von Kalium permanganicum zugesetzt bis zur tiefvioletten Farbe. Überschichtet man nun mit einer Pipette vorsichtig Leitungswasser vom spezifischen Gewicht 998, so bildet sich keine klare Wasserschicht über der Zuckerlösung, wohl aber

kommt eine Zone zustande, die eine wesentlich hellere Violettfärbung zeigt, als die anfängliche Zuckerlösung. Es trat also offensichtlich keine homogene Vermischung, sondern ein leichter Grad einer Vermischung ein.

2. In ein Reagenzglas mit Leitungswasser wird mit der Pipette obige Zuckerlösung mit Kalium permanganicumzusatz vorsichtig überschichtet. Es erfolgt ein sofortiges Tiefertreten der Zuckerlösung bis auf den Grund des Reagenzglases. Nach dem Aufrichten desselben ist eine klare Zweischichtung erkennbar: unten die überschichtete Zuckerlösung, tief blauviolett gefärbt, oben klares Leitungswasser.

3. Derselbe Versuch wurde mit einer einfachen Kalium permanganicumlösung ganz geringer Konzentration, deren spezifisches Gewicht nur einige Teilstriche über dem des Wassers lag, vorgenommen. Bei vorsichtiger Überschichtung bleibt die Kalium permanganicumlösung zunächst fast an der Oberfläche des Wassers und tritt nur nach dem Maß der zunehmenden Überschichtung tiefer. Richtet man nun das Reagenzglas langsam auf, so schwebt die violette $KMNO_4$ Lösung in die Tiefe unter Zurücklassung eines breiten violetten Streifens, der bis an die Wasseroberfläche reicht. Gemäß der geringeren Dichte und Schwere senkt sich die Kalium permanganicumlösung viel langsamer, wobei eine teilweise Vermischung mit dem Wasser auftritt.

Wenn wir hier einen Vergleich mit der Probe 2 anstellen, so ergibt sich, daß offensichtlich infolge des langsamen Niedertretens der $KMNO_4$ Lösung Zeit zu einer teilweisen Vermischung gegeben war. Diese wird natürlich nach den Gesetzen der Molekularbewegung und Osmose auch in der Probe 2 eintreten, doch wird hierzu wegen des größeren Dichteunterschiedes eben viel mehr Zeit benötigt werden. Das zeigt auch der physikalische Lehrversuch von Grimsehl mit einer Kupfervitriollösung und Wasser.

4. Es wurden zwei Lösungen mit Wasserfarben hergestellt, eine blaue und eine rote, deren spezifisches Gewicht nicht gemessen wurde, wohl aber praktisch nicht differiert, dies allein schon wegen der minimalen Konzentration, in der sie verwendet wurden. In das Glas mit der blauen Lösung wird mit der Pipette ganz vorsichtig die rote Lösung überschichtet. Nach Aufrichten des Glases deutliche Zweischichtung: unten die blaue, oben die rote Lösung mit einer geringen violetten Zwischenzone. Es trat also nur eine minimale Vermischung ein.

Diese vier angestellten Versuche ergaben also, daß für die oben erwähnte erste Möglichkeit kein Anhaltspunkt gewonnen wurde und die unter ad I erwähnten Proben wohl auf eine Verwechslung der Gläser zurückzuführen sind. Wohl aber sprechen die Versuche durchaus für die Möglichkeit der zweiten Hypothese, daß der Harn sich der Schwere nach zu Boden senkt. Wir müssen dabei zwar bedenken, daß der Harn in beständiger langsamer Folge tropfenweise aus den Ureteren in die Blase gelangt, was in dieser Feinheit mit den Versuchen ja in keiner Weise nachgeahmt werden konnte. Vor allen Dingen ergibt sich aber, daß eine Schichtung des Harns in der Blase durchaus möglich ist, zumal ja der Harn, so wie er die Ureteren verläßt, im Verlaufe einer Nacht eine oft sich verändernde Flüssigkeit nach Farbe und spezifischen Gewicht darstellen wird. Das ergeben unsere Untersuchungen an den Proben als wohl sicher. Denn wenn man drei ver-

schiedene Portionen zusammenschüttet, so ergibt sich in der Mischung eine Durchschnittsfarbe und ein Durchschnittsgewicht. Die angenommene Schichtung muß also als durchaus möglich angesehen werden, vorausgesetzt, daß keine brüsken Bewegungen alsbald eine Vermischung herbeiführen. Gerade daraus kann verständlich werden, daß beispielsweise ein Kranker mit täglichen hohen Fieberzacken heute die genannten Unterschiede zeigt, am nächsten Tage nicht und erst wieder am dritten Tag. Denn die Art, wie der Kranke sich nachts verhält, ob er sich oft umherwälzt, ob er morgens ruckweise aus dem Bett springt oder ob dies langsam geschieht, ob er schnellen oder langsamen Schrittes zum Untersuchungszimmer schreitet, alle diese Umstände müssen sich natürlich auf den in der Blase während der Nacht gesammelten Harn auswirken, sei es, daß eine bestehende Schichtung weiterhin verbleibt oder daß eine Vermischung eintritt. Letztere wird um so leichter auftreten, je weniger die einzelnen Portionen in ihrer inneren Struktur voneinander verschieden sind oder je größer die Kraft ist, die die Vermischung bedingt, denn auch die Flüssigkeiten stehen unter dem Gesetz der Trägheit.

Zu einer restlosen Klärung der noch bestehenden Unklarheiten wären ganz eingehende Untersuchungen nötig, die im Rahmen dieser Arbeit nicht möglich waren. Die Hauptschwierigkeit liegt eben darin, daß das ganze Harnleitungssystem unserem Auge unzugänglich ist. Um einen genaueren Einblick in die bestehenden Zusammenhänge zu bekommen, wären genaue Messungen des nachts produzierten Harns mit Hilfe des Ureterenkatheterismus, genau eingehaltene Diät und Flüssigkeitszufuhr, außerdem zystoskopische Untersuchungen auf etwaige Blasenanomalien und endlich genaue Harnanalysen der einzelnen Portionen nötig.

Zusammenfassung.

Zunächst wurde versucht, einen allgemeinen Überblick über die Eigenschaften des Harns zu geben. Im zweiten Teile der Arbeit wurde dann über Untersuchungen des spezifischen Gewichts speziell bei der Dreigläserprobe berichtet.

Bei nahezu 400 Dreigläserproben wurden fast 1200 Harnportionen auf das spezifische Gewicht untersucht.

In 37 Proben (fast 9 %) wurden zwischen der ersten und letzten Portion Unterschiede festgestellt, die mehr als drei Teilstriche des Urometers ausmachten. Bei 9 Proben ergab sich ein Zusammenhang mit Temperatursteigerungen am vorhergehenden Tag, was siebenmal schon äußerlich durch eine ganz verschiedene Farbabstufung der einzelnen Harnportionen in Erscheinung trat.

Durch einige Versuche in vitro mit verschiedenen Lösungen erscheint eine Schichtung des Harns in der Blase als durchaus möglich. Dadurch würden sich die Unterschiede im spezifischen Gewicht erklären lassen.

Solche Schichtungsvorgänge können durch die verschiedensten Einflüsse ursächlich bedingt sein, so durch fieberhafte Temperatur-

steigerungen, Verschiedenheit (nach Beschaffenheit und Menge) der aufgenommenen Nahrung und Flüssigkeit, nervöse Einflüsse oder Umweltseinwirkungen.

Die Schichtung ist nicht konstant, sondern sehr labil und kann durch brüske Bewegungen in eine gleichmäßige Vermischung übergeführt werden.

Am Schlusse meiner Arbeit ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Prof. Dr. L. Hauck für die freundliche Überlassung der Arbeit, die Übernahme des Referates sowie die stets zuteil gewordene Unterstützung herzlich zu danken, außerdem Herrn Assistenzarzt Dr. Höcker für manchen erteilten Rat.

Literatur.

Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie. IV. Band: Resorption und Exkretion. Berlin 1929 (Verlag Julius Springer).

T. Addis. M. D. and G. Forster: The spezific gravity of urine. Archiv int. Medicin 30, 455 (1922).

M. D. (San Francisco) H. Sharlitt, M. D. and W. Lyle with comments by T. Addis: The spezific gravity of urine. Archiv int. Medicin 33, 109 (1924).

Lebenslauf

Am 23. II. 09 wurde ich zu Nürnberg als Sohn des damaligen Postsekretärs Oskar Jakob und seiner Ehefrau Rosa, geb. Gerner geboren. Dortselbst besuchte ich von 1915—1919 die Volkshauptschule und von 1919 bis 1928 das hum. Neue Gymnasium. Nach bestandener Reifeprüfung wandte ich mich dem Studium der Medizin zu und bestand am 4. VIII. 1930 in Erlangen die ärztliche Vorprüfung. Nach weiteren Studiensemestern in Erlangen, Graz, Tübingen, legte ich im Nov. und Dez. 1933 in Erlangen die ärztliche Staatsprüfung ab. Während meines Medizinalpraktikantenjahres war ich auf der Inneren Abteilung des Nürnberger Krankenhauses sowie der dortigen Frauenklinik tätig. Meine Approbation als Arzt erhielt ich am 21. Dez. 1934.